

העלאת הטמפרטורה בבית שרשי כרפס וכרוב סיני דוחה הפרגה

מאת איתן פרסמן,
המחלקה לירקות,
מינהל המחקר החקלאי

משה נגבי,

המחלקה לבוטניקה
הפקולטה לחקלאות*

* פירסום של מינהל המחקר
החקלאי, סדרה ה' 1980,
מס' 2345.

בצמחי כרפס וכרוב סיני שנזרעו, כולל קדקוד הצמיחה, נחשף לטמפרטורה גבוהה נמוכה משרת הפרגה, ואילו מערכת השרשים שלהם נשמרה בתנאי טמפרטורה גבוהה — ההפרגה והפריחה דוכאו או נדחו.

בכרפס, העלאת טמפרטורת השורש מ-18 ל-30 מ"צ גרמה פחיתה באחוז הצמחים המפריחים והקטנת גובה עמודי התפרחת, ואילו טמפרטורה של 12 מ"צ בבית-השרשים הגבירה את ההפרגה והגדילה את גובה עמודי התפרחת.

בכרוב סיני, העלאת הטמפרטורה בבית-השרשים בתקופת המשתלה הביאה לידי דחייה ניכרת בהפרגה ובפריחה של הצמחים, שגדלו אחרי-כן בשדה הפתוח. במאמר נדונים ההיבטים המעשיים של ממצאים אלה.

מבוא

כרפס ריחני וכרוב סיני הם צמחי שושנת דו-עונתיים, הדורשים קיט לצורך הפרגה ופריחה. קרטיס וצינג (2) הראו, שאפשר לגרום הפרגה בצמחי כרפס על-ידי העברת מים קרים בצונורית דקה סביב קדקוד הצמיחה בעוד הצמח כולו שרוי בטמפרטורה בלתי משרה. הם גם הראו, שאפשר למנוע הפרגה בצמחים השרויים בטמפרטורה גבוהה, משרה, על-ידי העברת מים חמים סביב קדקוד הצמיחה. מניסויים אלה ודומים להם בצמחים אחרים (סלק, חרצית) הוסק, שהאיבר הקולט את גירוי הקיט והמגיב לגירוי זה הוא קדקוד הצמיחה.

הורי וחוב (3) מצאו, שצמחי כרפס ששרשיהם הוחזקו בטמפרטורה גבוהה, 28 מ"צ ומעלה, לא הפריגו אף על פי שהנוף, כולל קדקוד הצמיחה, היה שרוי בטמפרטורה משרה (8–13 מ"צ). הם הסבירו תופעה זו בכך, שלא הצליחו לבודד את קדקוד הצמח מהשפעת המים החמים שחיממו את האוויר סביב הנוף.

זקס ורילסקה (6) הראו, שעל-ידי חימום מערכת השרשים של צמחי כרפס במשתלה, במשך חדשים — נדחתה הפרגתם לאחר השתילה בשדה בכדי 10 ימים.

בכרוב סיני, דוכאו ההפרגה והפריחה, כאשר הצמחים גדלו בתנאי טמפרטורה גבוהה ובנוכחות ימים קצרים, או בתנאי אורך יום טבעי (4). קמפלר ורילסקה (1) גרמו דחייה בהפרגה ובפריחה של צמחי כרוב סיני לאחר שהעלו את טמפרטורת האוויר במשתלה.

מטרת הניסויים המתוארים להלן היתה לבחון את השפעת חימום בית-השרשים בכרפס ובכרוב סיני — על ההפרגה והפריחה בהמשך, ואת אפשרויות היישום החקלאי של ממצאי הניסויים.



תמונה 1.

צמחי כרוב סיני מהזן ספרינג A 4 חדשים לאחר תחילת הנסוי. צמחי היקש פורחים (ימין). שים לב להבדלים בגודל הצמח, הנובעים מההבדלים בקצב ההפרגה.

תמונה 2. כרוב סיני מהזן ספרינג A 105 ימים לאחר שתילה בשדה מימין — צמחי ההיקש, ומשמאל — צמחים שמערכת השרשים שלהם חוממה בהיותם במשתלה.

העלאת הטמפרטורה בבית שרשי כרפס וכרוב סיני דוחה הכרזה

(המשך מעמוד קודם)

שיטות וחמרים

זרעי כרפס מהזן פלורידה נקנו מחברת פארי מורס, ארצות-הברית. זרעי כרפס בר נאספו ליד בריכות הדגים של קיבוץ מעגן-מיכאל. זרעי כרוב-סיני מהזנים מיצ'הילי וספרינג A נקנו מחברת סקטה, יפן.

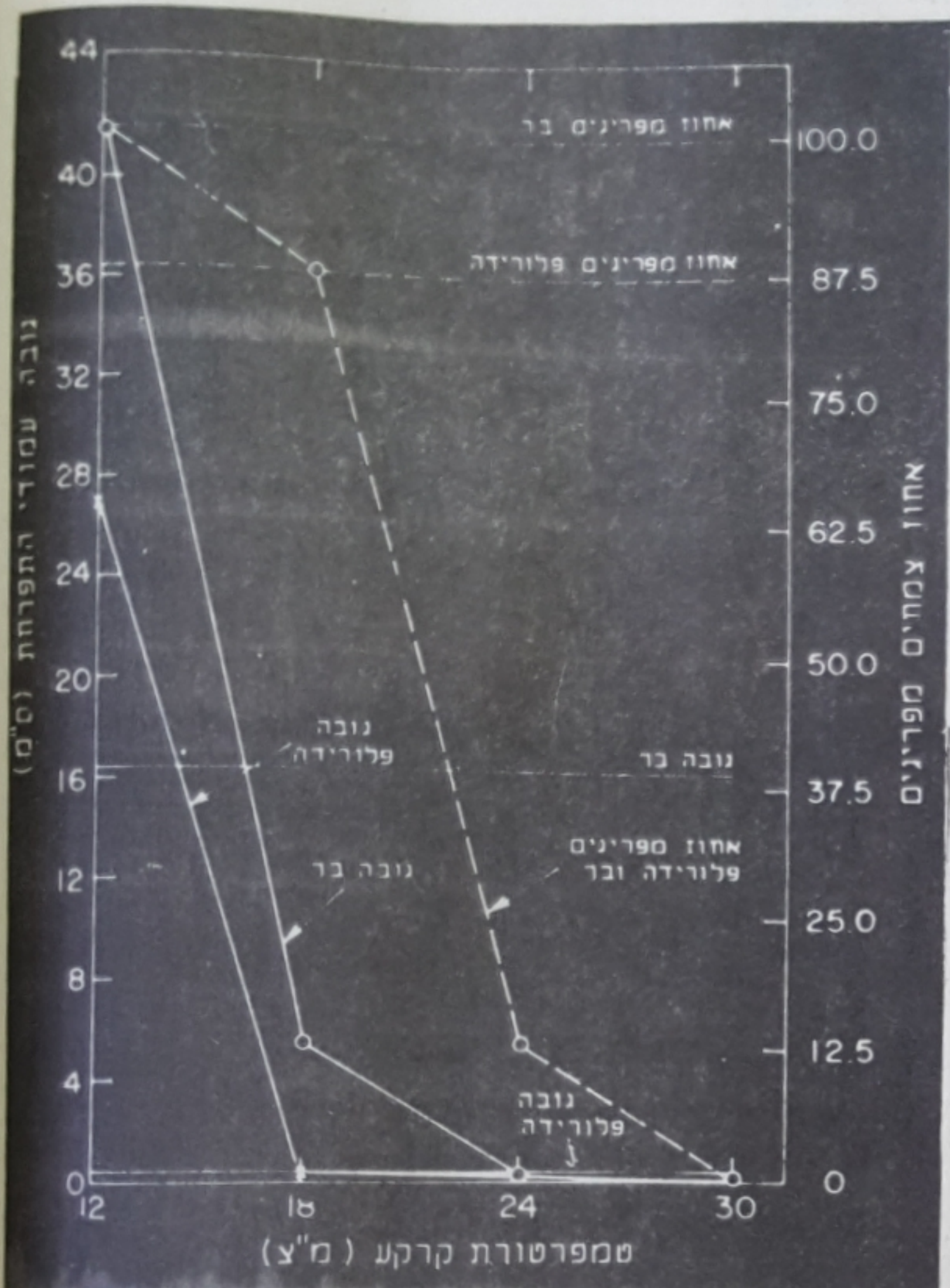
צמחי כרפס מהזן פלורידה וכרפס בר, בעלי 8-9 עלים, נשתלו בעציצי פלסטיק בקוטר 20 ס"מ. העציצים הושמו באמבטי-מים בעלי טמפרטורה קבועה, בבית זכוכית בלתי מחומם, בחדשי החורף (מ-17.12.75 עד 26.3.76). טמפרטורת האוויר ליד הגוף, בצמחים ששרשיהם הוחזקו בטמפרטורה גבוהה, היתה דומה לטמפרטורת בית-הצמיחה, מכיון שהחלונות והדלתות נשארו פתוחים כל שעות היממה ואיפשרו תנועת אוויר. טמפרטורת הקדקוד נמדדה על ידי צמד-חומני, והיתה גבוהה מטמפרטורת-הסביבה, אבל למטה מהסף המשרה של 8-13 מ"צ (3).

כרוב סיני נזרע בשתי ערוגות מוגבהות, בבית-דגן. אחת הערוגות חוממה על-ידי חוטי תיל מוליך שנטמנו במקביל, ברווחים של 10 ס"מ זה מזה ובעומק 20 ס"מ. הטמפרטורה בוקרה על ידי תרמוסטט וכווונה ל-30 מ"צ. הערוגה השנייה לא חוממה, ושימשה להיקש. בערוגה המחוממת היתה טמפרטורת הקרקע המינימלית בעומק 1-2 ס"מ - 17.5 מ"צ, ובערוגת ההיקש היא הגיעה ל-3.8 מ"צ. טמפרטורת האוויר המינימלית בגובה 5 ס"מ מעל פני הקרקע (גובה קדקוד הצמיחה) היתה בערוגה המחוממת 9.1 מ"צ, לעומת 6.3 מ"צ בערוגת ההיקש.

תוצאות

כרפס

צמחי כרפס מהזן פלורידה וכרפס בר, בעלי 8-9 עלים, הוטבלו במים בעלי טמפרטורה קבועה של 12, 18, 14 ו-30 מ"צ. גובה הקרקע בעציץ היה



דיאגרמה 1. השפעת טמפרטורת הקרקע על אחוז הצמחים המפריחים ועל גובה עמודי התפרחת בשני זנים של כרפס: פלורידה וכרפס בר. הקווים האפקיים מראים על המצב בהיקש: הקווים האלכסוניים - על המצב בתנאי קיט.

3

סמפרטורת הקרקע: משהלה	אחוזי פריחה		
	כשעברו מהשחילה ימים	75	45
היקש	100	100	90
גבוהה	0	0	0

1	משקל נכס, גר', כעבור -		ימים משחילה להתחלת	
	7 ימים	14 ימים	הפרזה	פריחה
ערוגה היקש	0.35	1.70	75	89
ערוגה מחוממת	0.70	3.20	89	99

טבלה 1. השפעת חימום בית השרשים על גדילת הנבט ועל ההפרזה והפריחה בצמחי כרוב סיני מהזן מיצ'הילי

טבלה 2. השפעת טמפרטורת הקרקע על ההפרזה והפריחה של צמחי כרוב סיני מהזן ספרינג A.

טבלה 3. השפעת חימום מערכת השרשים על צמחי כרוב סיני מהזן ספרינג A במשתלה על הפריחה לאחר שתילה בשדה.

הקרקע	כעבור 110 ימים מהזריעה		ימים עד	
	גובה עמודי החמרת, ס"מ	% צמחים בעלי פקעי פריחה	לפריחה של	100%
היקש	14.6 ± 1.4	100	114	104
גבוהה	2.3 ± 0.6	0	115	115

בגובה המים שבאמבט. קבוצה חמישית הוטבלה באמבט לא מבוקר. לאחר שהחלה ההפרגה בצמחי כרפס הבר ששרשיו הוחזקו בטמפרטורה של 12 מ"צ — הוצאו כל הצמחים מהאמבטים והושמו על שולחנות בבית הצמיחה. תוצאות הניסוי מובאות בדיאגרמה 1.

כל צמחי ההיקש של כרפס הבר ו-90% מצמחי ההיקש של הזן פלורידה הפריגו (דיאגרמה 1). גובה עמודי התפרחת בכרפס הבר היה 16 ס"מ, ובזן פלורידה — פחות מסנטימטר אחד. כל הצמחים ששרשיהם הוחזקו בטמפרטורה של 12 מ"צ הפריגו, והם פיתחו את עמודי התפרחת הגבוהים ביותר: בזן פלורידה — 27 ס"מ, ובכרפס הבר — 42 ס"מ. העלאת טמפרטורת בית-השרשים מ-18 מ"צ ל-30 מ"צ — הקטינה את שיעורי ההפרגה בשני הזנים ודיכאה את התרוממות עמודי התפרחת. כרוב סיני

ב-15.11.77 גורע הזן מיצ'יהילי בערוגה מחוממת ובערוגת היקש בלתי מחוממת. חציה של כל ערוגה כוסה מדי לילה בפלסטיק מחורר. כחודש לאחר הזריעה, בהיות לצמחים 7-8 עלים, הם הועברו לשתילה בשדה במשק ברוש ברמת-השרון. אף על פי שבערוגה המחוממת היו קצב הנביטה וגדילת השתילים מהירים יותר (טבלה 1) — הפרגתם של הצמחים מטיפול זה נדחתה בכ-14 ימים, ופריחתם — ב-10 ימים. כיסוי הצמחים בפלסטיק מחורר לא שינה את קצב ההפרגה והפריחה של הצמחים משני טיפולי החום.

בניסוי נוסף גורע הזן ספרינג A בשתי הערוגות ב-20.11.78. כדי למנוע הפרשים בגודל הנבטים (טבלה 1) — החל החימום בתום הנביטה. ב-15.1.79 הועתקו שתילים מכל ערוגה, חציים נשתל בחלקת ניסויים בבית-דגן, וחלקם — במשק ברוש ברמת-השרון. שאר הצמחים דוללו ונשארו לגדול בערוגות. הצמחים שהוסיפו לגדול בערוגה המחוממת — איחרו בהפרגה בכארבעה חדשים, בהשוואה לצמחים שגדלו בערוגת ההיקש (טבלה 2). גם חימום למשך זמן קצר יותר, שניתן לצמחים בתקופת המשתלה (מ-24.11.78 עד 15.1.79), גרם דחייה בפריחה לפחות ב-105 ימים (טבלה 3), גם בבית-דגן וגם ברמת-השרון.

דיון

קדקוד הצמיחה נחשב איבר הקולט את גירוי הקור בקיט, ומגיב לגירוי זה בהפרגה ובפריחה (2). מעט מאוד ידוע על תפקידו של השורש בתהליך ההפרגה והפריחה, אף כי נמצא שבתרבות רקמה אפשר לקייט חלקי שורש של עולש בעלי ניצנים (5), וגם ללא ניצנים (7). בניסוינו שנעשו בצמחי כרפס בר לא הצלחנו לגרום הפרגה על-ידי קיט מערכת השרשים בטמפרטורה של 6 מ"צ, כאשר גוף הצמח היה נתון בטמפרטורה בלתי משרה במשך 14 שבועות. הורי וחוב (3) הסבירו, שהטמפרטורות הגבוהות שניתנו לשרשים של צמחי כרפס השפיעו במישרין על קדקוד הצמיחה — בשל אי בידוד מספיק, וכך הם מנעו הפרגה ופריחה. בניסוינו מצאנו עלייה

בטמפרטורת הקדקוד, בצמחים ששרשיהם הוחזקו בטמפרטורה גבוהה, אולם עלייה זו כשלעצמה היתה קטנה מכדי לגרום דיכוי כה גדול בהפרגה ובפריחה (טבלאות 1-3); מה גם שבניסויים מאוחרים יותר דוכאו ההפרגה והפריחה בכרפס ובכרוב סיני גם לאחר בידוד טוב יותר של קדקוד הצמיחה מהשפעתה הישירה של טמפרטורת המים.

אפיים של שינויים החלים בשורש בזמן החימום, כאשר הגוף נתון בטמפרטורה משרה, אינו ידוע. ייתכנו שינויים הורמונליים, המשבשים את תהליך ההפרגה, כגון עלייה ברמת החמרים המעכבים או הפרעות במטבוליזם של חמרים מעודדי הפרגה. אולם, לעובדה שאפשר לדכא הפרגה ופריחה על-ידי חימום מערכת השרשים, ולאודווקא על-ידי חימום צמח כולו — עשוי להיות יתרון כלכלי רב; שכן האנרגיה הדרושה לחימום הקרקע פחותה מהאנרגיה הדרושה לחימום נפח האוויר, בבתי צמיחה שבהם גדלים השתילים. הקרקע המחוממת מקרינה חום במשך הלילה. חום זה משפיע בוודאי, גם על קדקוד הצמיחה, ובכך מוגברת השפעת החימום. נקודה חשובה נוספת היא, שאפשר לנצל מים גיאותרמיים, המצויים בשפע במקומות רבים בארץ, כדי לחמם משתלות כרפס, כרוב סיני וגידולים דומים. ניסויים הקדמיים בנידון זה החלו בתחנת הניסויים ברמת-הנגב.

ספרות

1. קמפלר ח., א. רילסקה (1978). „השדה" ג: 47-48.
2. Curtis, O.F. and Chang, H.T. (1930). *Am. J. Bot.* 17: 1047-1048.
3. Hori, Y. Avai, K. and Toki, T. (1970). *Bull. Hort. Res. Stn. Hiratsuka* 9: 189-219.
4. Lorenz, O.A. (1946). *Proc. Am. Soc. hort. Sci.* 47: 309-319.
5. Paulet, P. and Nitsch, J.P. (1964). *Ann. Physiol. Veg.* 6: 335-345.
6. Sachs, M. and Rylski, I. (1980). *Scient. Hort.* 12: 231-242.
7. Wellensiek, S.J. (1964). *Proc. Kon. Akad. Wetenschappen* 67: 307-312.